

Научная статья

УДК 669.71

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ER НА МИКРОСТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЛАВА Al–Y–Sc

Леонид Евгеньевич Горлов¹, Руслан Юрьевич Барков

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г. Москва, Россия

¹ *gorlov.lyonya@yandex.ru*

Аннотация. В ходе исследования было изучено влияние добавки редкоземельного металла Er на микроструктуру литого сплава и механические свойства образцов после термической обработки, а также после деформации. Микроструктура представляет собой твердый раствор алюминия, было замечено выделение дисперсной эвтектики.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, микроструктура, механические свойства, редкоземельные металлы, твердость, рекристаллизация

Original article

EFFECT OF THE ER ADDITIVE ON THE MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF THE Al–Y–SC ALLOY

Leonid Evgeniyevich Gorlov¹, Ruslan Yuryevich Barkov

National research technological university “MISIS”, Moscow, Russia

¹ *gorlov.lyonya@yandex.ru*

Abstract. In the course of the study, the effect of the addition of rare earth metal Er on the microstructure of the cast alloy and the mechanical properties of the samples after heat treatment, as well as after deformation, was studied. The microstructure is a solid solution of aluminum, and the precipitation of dispersed eutectic was also noticed.

Keywords: aluminum alloys, microstructure, mechanical properties, rare earth metals, hardness, recrystallization

За последние несколько лет было проведено множество исследований на тему влияния добавок иттрия и эрбия на структуру и свойства чистого алюминия [1]. Малолегированные сплавы имеют более повышенные свойства за счет образования в процессе отжига дисперсоидов типа Al_3M [2].

Исследуемый сплав был получен с использованием алюминия марки А99 и лигатур составов $Al - 10\% Y$, $Al - 10\% Sc$, $Al - 2\% Er$ в индукционной печи. Плавка и разливка велись при температуре $800\text{ }^{\circ}C$ в водоохлаждаемую медную изложницу.

Микроструктура сплава $AlYScEr$ в литом состоянии представляет собой твердый раствор алюминия, в структуре присутствует дисперсная эвтектика, в которой интерметаллидная фаза обогащена иттрием и эрбием (рис. 1). Скандий равномерно распределен в твердом растворе алюминия. По результатам электронно-микронного анализа концентрация иттрия и эрбия в растворе составляет $0,3\text{--}0,4\%$. Размеры частиц эвтектической фазы кристаллизационного происхождения находятся в диапазоне $100\text{--}250\text{ нм}$.

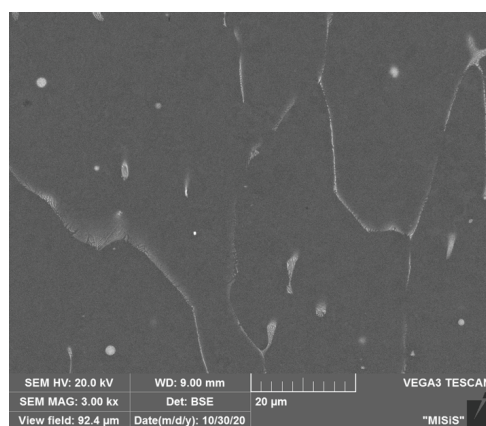


Рис. 1. Микроструктура сплава $AlYScEr$ в литом состоянии

Максимальное значение твердости удалось получить при отжиге образца при температуре $300\text{ }^{\circ}C$ и выдержке в течение 7 ч. Твердость составила 61 HV. Отжиг при температуре $270\text{ }^{\circ}C$ также позволил получить похожий результат при более длительной выдержке — 24 ч. Отжиг при температуре $330\text{ }^{\circ}C$ не показывает схожих результатов твердости — значение твердости после достижения максимума начинает снижаться после 7 ч отжига (рис. 2, а).

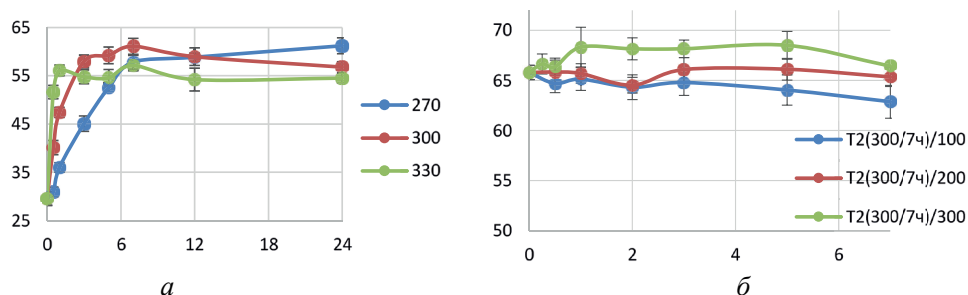


Рис. 2. Зависимость твердости от температуры и времени отжига:
 а — литые образцы, б — деформированные, предварительно отожженные

Деформация сплава проводилась при температуре 300 °С с 20 мм до 10 мм и при комнатной температуре — до 1 мм.

Прокатка слитков, отожженных на максимальную твердость при температуре 300 °С в течение 7 ч, позволяет достичь значений твердости 65 HV в деформированном состоянии. Последующий отжиг при температуре 300 °С после прокатки позволяет получить большее упрочнение до 68 HV (рис. 2, б).

Список источников

1. Effect of Low Additions of Y, Sm, Gd, Hf and Er on the Structure and Hardness of Alloy Al — 0.2% Zr — 0.1% Sc / A. V. Pozdnyakov [et al.] // Met. Sci. and Heat Treat. 2017. V. 58 (9–10). P. 537–542.
2. Synergetic effect of Er and Zr on the precipitation hardening of Al–Er–Zr alloy / S. P. Wen [et al.] // Scr. Mater. 2011. V. 65. P. 592–595.